

التلوث البيئي

أ.م.د. نعيم شند حمادي

المحاضرة الثالثة

تلوث الهواء بثاني أكسيد الكبريت وبأكاسيد النتروجين وأول أكسيد الكربون

1. يحتوي أغلب أنواع الوقود، مثل: الفحم وزيت البترول على نسبة ما من مركبات الكبريت في تكوينها وعند إحراق هذا الوقود يتأكسد ما به من كبريت إلى ثاني أكسيد الكبريت الذي ينطلق في الهواء مصاحباً غاز ثاني أكسيد الكربون. وينتج هذا الغاز أيضاً كنتاج ثانوي في بعض الصناعات التي تتعلق بإستخلاص بعض الفلزات من خاماتها مثل عمليات إستخلاص فلز النحاس من خامة كبريتيد النحاس وتساهم هذه العمليات في إنتاج قدر وفير من هذا الغاز. ويشترك بعض المصادر الطبيعية في إطلاق غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء مثل البراكين ومثال ذلك بركان إتنا Etna وهو البركان الوحيد من هذا النوع في أوروبا الذي يطلق كل عام من غاز ثاني أكسيد الكبريت ما يعادل نحو مليوني طن من حامض الكبريتيك في الهواء.

2. وغاز ثاني أكسيد الكبريتيك غاز حامضي أكال ولذلك فهو يعد من اخطر عناصر تلوث الهواء فوق المدن وحول محطات القوى والمنشآت الصناعية. ويعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت أحد العناصر الرئيسية التي تسبب ظاهرة الأمطار الحامضية التي تتساقط أحياناً على بعض المناطق في كثير من الدول. ويتحد هذا الغاز تحت بعض الظروف الخاصة بأوكسجين الهواء معطياً غازاً آخر يعرف بأسم ثالث أكسيد الكبريت وعندما يذوب هذا الغاز في بخار الماء الموجود في الهواء يعطي حامضاً قوياً يعرف بأسم حامض الكبريتيك. وينتشر هذا الحامض في الهواء ويبقى معلقاً فيه على هيئة رذاذ دقيق يشبه الأيروسول Aerosol (ضباب جوي) ثم يتساقط بعد ذلك على سطح الأرض مع مياه الأمطار ومع الجليد فيلوث التربة ويلوث المجاري المائية مثل الأنهار والبحيرات ويؤدي إلى الإخلال بالتوازن الطبيعي ويضر بحياة مختلف الكائنات الحية بما فيها الإنسان.

3. وتتسبب زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء في حدوث أضرار أخرى فقد يؤدي ذلك إلى تآكل أحجار المباني والتماثيل ويساعد على سرعة صدأ المعادن عندما يختلط هذا الغاز بالضباب الدخاني فوق المدن فإنه يسبب أضراراً بالغة لسكان هذه المدن وقد يؤدي إلى وفاة المصابين منهم بأمراض الجهاز التنفسي. ونظراً لخطورة هذا الغاز على صحة الإنسان وأثره الضار في مختلف عناصر البيئة فقد أسنت بعض الدول تشريعات خاصة تحدد فيها نسبة الكبريت المسموح بها في مختلف أنواع الوقود من الفحم إلى المازوت إلى الجازولين وذلك لتخفيض نسبة هذا الغاز التي تتصاعد يومياً دون إنقطاع إلى الهواء عند إحراق الوقود.

4. أما بالنسبة لأكاسيد النتروجين فلم تكن هذه الأكاسيد تلقى إهتماماً كبيراً حتى عهد قريب. وتتكون أكاسيد النتروجين عند اتحاد غاز النتروجين بالأوكسجين وهي توجد على عدة أشكال أهمها أكسيد النتريك (NO) وثاني أكسيد النتروجين (NO₂) ويحتوي أغلب أنواع الوقود على نسبة صغيرة من المركبات العضوية المحتوية على النتروجين وعند إحراق هذه الأنواع مثل: الفحم أو المازوت (وقود التدفئة) في محطات القوى وغيرها من المنشآت الصناعية ينتج بعض هذه الأكاسيد كما يتكون أكسيد النتريك من إحراق بعض

مقطرات البترول مثل: السولار (وقود الديزل) والجازولين (بنزين السيارات) في محركات السيارات والشاحنات. وتتشرك أكاسيد النتروجين مع غاز ثاني أكسيد الكبريت في تكوين الأمطار الحامضية وذلك لأن أكاسيد النتروجين سهلة الذوبان في الماء وهي تمتزج ببخار الماء المنتشر في الجو لتعطي حامضاً قوياً هو حامض النتريك.

5. ويعتقد كثير من الناس أن تلوث الهواء ينحصر فقط في الطبقات الدنيا من الغلاف الجوي وهي الطبقات الملاصقة لسطح الأرض ولكن هذا الافتراض غير حقيقي فالهواء خليط من الغازات دائبة الحركة ويوجد في داخله كثير من التيارات الصاعدة والهابطة التي تؤدي إلى امتزاج طبقات الهواء في حدود معينة. ويستدل على ذلك من وجود بعض حبوب اللقاح في عينات الهواء التي أخذت من إرتفاعات شاهقة ومن الطبقات العليا للغلاف الجوي. ولا بد من أن تكون تيارات الهواء الصاعدة قد حملت هذه الحبوب إلى تلك الطبقات. ويحدث مثل هذا الإنتشار كذلك بالنسبة لأكاسيد النتروجين وعندما تصل هذه الأكاسيد إلى طبقة الأوزون الموجودة في طبقات الجو العليا والتي تحمي سطح الأرض من غوائل (مخاطر) الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس فإنها تحدث كثيراً من الضرر لهذه الطبقة وتؤدي إلى تفكك الأوزون وسيأتي ذكر ذلك عندما نتكلم عن أثر تلوث الهواء في طبقة الأوزون.

6. وهناك نوع ثالث من الغازات التي تشترك في تلوث الهواء وهو غاز أول أكسيد الكربون. ويتكون هذا الغاز نتيجة الأكسدة غير الكاملة للوقود خصوصاً في محركات السيارات. وعلى الرغم من أن نسبة هذا الغاز تقل كثيراً عن نسبة ثاني أكسيد الكربون إلا أنه يتصف بسميته الشديدة ويعتبر من أخطر الغازات على صحة الإنسان فهو يكون مع الدم مركباً صلباً يقلل من كفاءة الدم في نقل الأوكسجين وعندما تزيد كميته قليلاً فقد يتسبب في إنسداد الأوعية الدموية محدثاً الوفاة كذلك يتدخل هذا الغاز في عمل بعض الأنزيمات ويقلل من كفاءتها.

تلوث الهواء بعوادم السيارات وبالرصااص

تلوث الهواء في المدن المزدهمة بالسكان ظاهرة نعاني منها جميعاً أشد المعاناة هذه الأيام خصوصاً هؤلاء الذين يسكنون الأحياء التي تقع في وسط هذه المدن. وتبدو هذه الظاهرة أوضح ما تكون في المدن الكبيرة التي يقدر عدد سكانها بالملايين ويكتظ فيها السكان في رقعة ضيقة من الأرض وترتفع فيها المباني إلى عنان السماء وتزدحم بها وسائل النقل والمواصلات حتى أنه يقال إن تلوث الهواء قد بدأ حقيقة منذ أن سكن الإنسان في هذه التجمعات السكنية الهائلة.

الضباب الدخاني:

1. تعاني هذه المدن الكبيرة بصفة أساسية من ظاهرة فريدة تعرف باسم ظاهرة الضباب الدخاني الذي يبقى معلقاً في جوها في بعض الأحيان لمدة عدة أيام. ويعرف الضباب الدخاني في اللغات الأجنبية باسم smog وهي كلمة مشتقة من كلمتي smoke وتعني الدخان و كلمة Fog وتعني الضباب.
2. وقد كان من المعتقد أن الغازات المتصاعدة من مداخن المصانع المحيطة بالمدن وما يعلق بها من دخان ورماد هي السبب الحقيقي في تلوث هواء هذه المدن وأن إختلاط هذا الدخان ببخار الماء الموجود في الهواء هو السبب في تكوين هذا الخليط الغريب المسمى الضباب الدخاني الذي يسبب الإختناق في كثير من الأحيان. ولم يستمر هذا الإعتقاد طويلاً بعد أن لوحظ أن بعض المدن الكبيرة التي لا تحيط بها تجمعات صناعية تعاني كذلك من هذه الظاهرة وينتشر في جوها الضباب الدخاني في بعض الأحيان. ومن أمثلة هذه المدن مدينة

لوس أنجلوس بالولايات المتحدة الأمريكية فعلى الرغم من أن هذه المدينة لا توجد فيها تجمعات أو منشآت صناعية تذكر ولا تحرق إلا القليل من وقود الفحم أو زيت البترول (أحد منتجات عملية تكرير النفط) في منشآتها إلا أنها كانت من أشهر المدن تعرضاً لهذا الضباب الدخاني. وقد نبهت هذه الحقيقة إلى أن الدخان المتصاعد من مداخن المصانع لم يكن هو السبب الحقيقي في تكوين هذا الضباب الدخاني وأنه من الممكن أن ينشأ هذا الضباب في جو المدن لأسباب أخرى غير ذلك.

3. وقد تبين فيما بعد أن الضباب الدخاني الذي يظهر في جو المدن يتكون أساساً نتيجة احتراق الوقود في محركات السيارات ووسائل النقل العامة التي تجوب طرقات هذه المدن والتي تقدر أعدادها بعشرات الألوف ولا ينقطع سيلها ليلاً أو نهاراً. وعند احتراق الجازولين (البنزين) أو السولار (وقود الديزل) في محركات السيارات تتأكسد الجزيئات العضوية المكونة للوقود إلى نواتجها النهائية وهي ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء. ولكن احتراق الوقود في آلات الإحتراق الداخلي لا يكون إحتراقاً تاماً على الدوام ولذلك فإن غازات العادم التي تتكون من غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء تكون مصحوبة عادة بكمية قليلة من بعض الجزيئات العضوية التي لم تتأكسد أكسدة تامة بالإضافة إلى قدر صغير من غاز أول أكسيد الكربون وبعض أكاسيد النتروجين وينطلق كل هذا الخليط الغازي السام من عشرات الألوف من السيارات ليلاً طرقات المدينة وينتشر في أجوائها ويغلف مساكنها دون أن يرى ودون أن يلحظه أحد. وعندما يتعرض هذا الخليط الغازي للأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس يحدث بين مكوناته تفاعل كيميائي غريب لا تعرف طبيعته حتى الآن على وجه التحديد. وينتج من هذا التفاعل الكيميائي الضوئي تكون الضباب الدخاني الذي يبقى معلقاً في الهواء ويغلف جو المدينة تماماً ويسبب إحتقان الأغشية المخاطية ويدمع العيون ويثير السعال وقد يؤدي إلى الإختناق في بعض الأحيان.

4. وهناك كثير من المدن التي عانت من هذا الضباب الدخاني أشد المعاناة ومدينة لندن واحدة من هذه المدن فقد كان يتكرر بها ظهور هذا الضباب الدخاني من حين لآخر. وتعتبر مدينة المكسيك من أكثر المدن تعرضاً للتلوث بهذا الضباب الدخاني وتصل نسبة غاز أول أكسيد الكربون في هواء هذه المدينة إلى حدود عالية تزيد كثيراً على الحد المسموح بوجوده من هذا الغاز في الهواء. ويظهر مثل هذا الضباب الدخاني في أجواء كثير من المدن الكبيرة والمزدحمة بالسكان وبوسائل المواصلات مثل: مدينة نيويورك ومدينة القاهرة وغيرهما وحتى مدن أستراليا التي كان يظن إلى عهد قريب أنها بعيدة كل البعد عن مصادر تلوث الهواء وأن أجوائها تعتبر من أنظف أجواء المدن أصبحت الآن معرضة للإصابة بهذا الداء. ومثال ذلك مدينة سيدني بأستراليا التي أصبح هوائها ملوثاً بغازات العادم الناتجة من حرق الوقود في محركات آلاف السيارات التي تجوب طرقاتها كل ساعة على مدار العام.

5. وتزداد خطورة هذا الضباب الدخاني كثيراً عند اختلاطه ببعض الغازات السامة الأخرى مثل: ثاني أكسيد الكبريت أو كبريتيد الهيدروجين أو بعض أكاسيد النتروجين. وتشير الإحصائيات الحديثة إلى أن الغازات المنطلقة من عادم السيارات والشاحنات هي العامل الرئيس في تلوث هواء المدن وهي تصل إلى نحو 6% من حجم عوامل التلوث الأخرى وبذلك تصبح المدن بوضعها الحالي وبما فيها من مئات الألوف من السيارات التي تجوب طرقاتها ليلاً ونهاراً ومن أهم عوامل تلوث البيئة بشكل عام.

التلوث بالرصاص:

1. درج كثير من الدول على إضافة بعض المواد إلى الجازولين المستعمل وقوداً في محركات السيارات لتحسين صفاته ورفع رقمه الاوكتيني ولزيادة كفاءة هذه المحركات. وتعتبر مادة رابع أثيل الرصاص Lead tetraethyl واحدة من أهم هذه المواد وأكثرها إستعمالاً لهذا الغرض. وعندما يحترق الوقود المحتوي على الرصاص في آلات الاحتراق الداخلي يتأكسد الوقود العضوي كالمعتاد إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء ويتأكسد معه كذلك الرصاص الموجود في مركب رابع أثيل الرصاص إلى أكسيد الرصاص.
2. وأكسيد الرصاص مادة جامدة لا تقبل التطاير ولذلك فهي تترسب ببطء على الجدران الداخلية للمحرك وعند الإستمرار في إستعمال هذا النوع من الجازولين الذي يعرف باسم (الجازولين المرصص Leaded Gasoline). يزداد ترسيب أكسيد الرصاص مرة بعد أخرى حتى تتغطى جدران المحرك الداخلية في نهاية الأمر بطبقة جامدة خشنة تفسد المحرك وتجعله غير صالح للعمل. ولتلافي حدوث هذا الضرر جرت العادة على إضافة مادة كيميائية أخرى إلى هذا النوع من البنزين تكون مهمتها التخلص من رواسب الرصاص بتحويل أكسيد الرصاص إلى مادة أخرى متطايرة يسهل خروجها مع غازات العادم. وعادة ما تكون هذه المادة الأخيرة مركب هالوجيني مثل مركب بروميد الأثيلين وتتفاعل هذه المادة مع الرصاص الموجود في الجازولين أثناء احتراقه ويتحول الرصاص بهذا الأسلوب إلى مادة جديدة تعرف بأسم بروميد الرصاص وهي مادة متطايرة تخرج بسهولة مع غازات العادم الساخنة وتمنع بذلك ترسيب أكسيد الرصاص على الجدران الداخلية للمحرك.
3. ويتبين لنا من ذلك أن هذه المادة التي أضيفت إلى الجازولين المرصص قد ساهمت بشكل فعال في منع تلوث المحركات ولكنها تسببت بشكل فعال أيضاً في تلوث الهواء. ويعني ذلك أننا قد تمكنا من وقف ترسب الرصاص في داخل محركات السيارات ولكننا تركناه ليترسب في صدور المواطنين من سكان المدن وسكان المناطق المحيطة بها. وقد انتشر استعمال هذا النوع من الجازولين المضاف إليه مركب الرصاص في كثير من دول العالم ولم يفتن أحد فيما مضى إلى الأضرار الناجمة عن تطاير أبخرة مركبات الرصاص في الهواء. وقد تنبه كثير من الدول حديثاً إلى خطورة إستخدام هذا النوع من الجازولين المرصص وذلك بعد أن بينت البحوث التي أجريت في هذا الشأن أن مادة بروميد الرصاص المتطايرة تكون مع الهواء معلقاً دقيقاً جداً من نوع الأيروسول Aerosol لمجرد خروجها من عادم السيارات ويشبه هذا الأيروسول الضباب إلى حد كبير ولكنه ضباب تتعلق فيه مادة صلبة في غاز.
4. وقد تبين أن هذا المعلق يبقى ثانياً في الهواء مدة طويلة وهو ينتشر في جو المدينة ويدخل إلى المكاتب والمساكن من النوافذ والأبواب ويتسلل من جميع الفتحات إلى كل مكان. ويصل تركيز فلز الرصاص في هذا الأيروسول في المدن الكبيرة التي تزدهم طرقها بالسيارات إلى حوالي ١٠ - ٥٠ ميكروغرام في المتر المكعب من الهواء والميكروغرام يساوي جزءاً من مليون جزء من الغرام. وقد تبدو هذه النسبة لأول وهلة متناهية في الصغر ولكن نظراً لإرتفاع سمية فلز الرصاص وأثره الخطير في صحة وسلامة الكائنات الحية وقدرة أجسام هذه الكائنات على تركيز هذا الفلز فإن هذه النسبة الصغيرة تعتبر خطيرة إلى حد كبير خصوصاً وأن سكان المدن يتعرضون لها كل يوم على مدار العام.

- ولا يقتصر هذا النوع من التلوث على جو المدن فقط فقد أصبح منتشرأ في كل مكان وإن كان يقل إلى حد ما في المناطق الريفية وغير الأهله بالسكان.
5. وهناك بعض المصادر الطبيعية التي تشترك في تلوث الهواء بالرصاص مثل: البراكين وعوامل التعرية المؤثرة في التربة وتبخر وتطاير مياه البحار بتأثير الشمس والرياح، ولكن الزيادة في نسبة الرصاص في الهواء خصوصاً في نصف الكرة الأرضية الشمالي ترجع في الأساس إلى النشاط الإنساني المتزايد في هذا الجزء من العالم وقد التوصل إلى هذه الحقيقة نتيجة البحوث التي قام بها العالم Patterson من معهد كاليفورنيا التكنولوجي بالولايات المتحدة. وقد أجري بعض القياسات لتعيين نسبة الرصاص في جليد جرينلند. وفي جليد القارة القطبية الجنوبية وذلك باعتبار أن جرينلند تمثل نصف الكرة الشمالي الذي يدور فيه نشاط صناعي هائل بينما تمثل القارة القطبية الجنوبية نصف الكرة الجنوبي البعيد كل البعد عن أغلب النشاطات الإنسانية. وقد أخذت عينات من الجليد من كل منطقة يبلغ وزن كل منها نحو ٢٥ كيلوغراماً وذلك من أعماق مختلفة تمثل أزمنة مختلفة وثم تحليل هذه العينات بدقة فائقة لتعيين نسب ما بها من فلزات. وقد بينت هذه التحاليل أن الجليد القديم المستخرج من أعماق كبيرة يحتوي على نسبة من الرصاص في كلتا المنطقتين ولكن نسبة فلز الألومنيوم الموجودة في هذا الجليد كانت تزيد على نسبة الرصاص بنحو مائة مرة مما يدل على أن هذه النسبة الضئيلة من فلز الرصاص الموجودة في هذا الجليد القديم نتجت من عمليات التعرية الطبيعية سابقة الذكر. وقد تبين من هذه القياسات أن نسبة الرصاص في الجليد القديم للقارة القطبية الجنوبية كانت نحو $10^{-12} \times 0.4$ غرام من الرصاص في كل غرام من الجليد ثم تضاعفت هذه الكمية في عام 1940 إلى $10^{-10} \times 0.9$ ، ثم زادت حالياً إلى $10^{-12} \times 2$ غرام وبذلك زادت نسبة الرصاص في جليد القارة القطبية الجنوبية بنحو خمس مرات أي أن ٢٥% من نسبة الرصاص الموجود في جليد هذه المنطقة كان نتيجة العوامل الطبيعية بينما وجود ٨٠% من هذا الرصاص يرجع إلى نشاط الإنسان الصناعي. أما بالنسبة لتركيز الرصاص في جرينلند فقد كانت هذه النسبة في الجليد القديم $10^{-12} \times 1$ ملغم من الرصاص لكل غرام من الجليد ثم ارتفعت إلى $10^{-10} \times 230$ في عام 1960 هو إرتفاع هائل يدل على مدى ما يطلقه النشاط الصناعي وعادم السيارات من رصاص في نصف الكرة الأرضية الشمالي. ويمكن القول إن 1% من تركيز الرصاص الموجود في جليد جرينلند الممثلة لنصف الكرة الشمالي من أصول طبيعية نتيجة بعض النشاط البركاني أو عوامل التعرية أو مياه البحار وأن 99% من هذا التركيز جاء نتيجة النشاط الإنساني في هذا العصر.
6. وقد صرح حديثاً كل من العالمين Wolff و Peel وهما من علماء محطة الأبحاث البريطانية بالقطب الجنوبي بان نسبة الرصاص في الجليد المتساقط على جرينلند خلال عامي 1983 و1984 قد انخفضت إلى $10^{-12} \times 30$ ملغم/غم جليد. وفسر هذا الانخفاض في تركيز الرصاص بأن الولايات المتحدة الأمريكية قد قللت من الاعتماد على الجازولين المحتوي على الرصاص منذ عام 1980 واستبدلت به مواد أخرى لا تسبب ضرراً للبيئة ويتغير تركيز الرصاص في الهواء من مكان لآخر فتجد أن نسبة الرصاص قد تصل إلى نحو $10^{-9} \times 3000$ غم من الرصاص في كل متر مكعب من الهواء فوق بعض المدن الكبيرة في الولايات المتحدة وفي أوروبا وقد تنخفض إلى $10^{-9} \times 500-50$ غم من الرصاص في المتر المكعب فوق بعض المناطق الريفية وقد تقل هذه النسبة كثيراً في بعض المناطق الأخرى البعيدة عن العمران فهي تبلغ نحو $10^{-9} \times 1$ غم رصاص في ا لمتر المكعب فوق المحيط الهادي وفوق جبال الهمالايا. وحتى هذه المناطق المنعزلة قد

تزداد فيها نسبة الرصاص عندما يصلها النشاط الإنساني ومن أمثلة ذلك المنطقة القطبية الجنوبية التي استمرت في حالة انعزال تام لمدة طويلة فقد حدث فيها تغير كبير عندما وصل إليها الإنسان. ومن المقدر أن مجمل النشاط الذي قامت به محطة البحوث الأمريكية بالقطب الجنوبي الذي تضمن استعمال الطائرات والزحافات الميكانيكية قد أدى إلى إستهلاك نحو سبعمائة ألف لتر من الجازولين المرصص عام 1985 وبما أن نسبة الرصاص تبلغ في هذا النوع من الجازولين نحو 0.494 غرام في كل لتر فقد أطلقت هذه الآلات في جو المنطقة القطبية نحو 350 كيلوغراماً من الرصاص في عام واحد فقط. ولاشك في أن هذه النتائج الخاصة بالرصاص تنطبق على كثير من الفلزات الثقيلة الأخرى مثل: الزئبق والنحاس والكاديوم والزرنيخ والزنك والسلينيوم التي تتصاعد يوميا من مداخن آلاف المصانع التي تعمل ليلا ونهارا وهي عناصر شديدة السمية بالنسبة للكائنات الحية وعلى رأسها الإنسان. وترجع خطورة رقائق الرصاص ورقائق بعض الفلزات الأخرى المعلقة في جو المدن إلى أنها تنتشر في كل مكان. فنحن نستنشق هذه الرقائق مع كل شهيق. في المنازل وفي المكاتب وفي الحدائق العامة والمنتزهات. ويتضح من ذلك أن استخدام الجازولين المرصص في محركات السيارات هو العامل الأول في تلوث الهواء بالرصاص وقد تنبه كثير من الدول إلى ذلك فقامت بحظر استعمال هذا النوع من الجازولين وقامت بإضافة مواد أخرى غير سامة إلى الجازولين بدلا من رابع أثيل الرصاص مثل: بعض الكحولات فيما يعرف باسم الجازوهول أو بعض الهيدروكربونات متفرعة السلسلة وهي مواد تساعد على زيادة الرقم الاوكتيني للجازولين وترفع من كفاءة محركات السيارات. وعلى الرغم من أن هذه الأنواع الجديدة من الجازولين قد أفادت في منع تلوث الهواء بالرصاص إلا أنها مازالت شريكة في تكوين الضباب الدخاني وفي بعض حالات التلوث الحاد التي تحدث في أجواء بعض المدن.

حالات التلوث الحاد في أجواء المدن:

تحدث حالات التلوث الحاد عند ازدياد تركيز بعض المواد الملوثة فجأة في الهواء وبقائها فيه مدة طويلة. ويساعد تركيب المدن بمبانيها العالية وازدحامها بالسكان وامتلاء طرقها بالسيارات ووسائل النقل وما قد يحيط بها من مناطق صناعية تحرق الوقود طوال ساعات الليل والنهار يساعد كل ذلك على تجمع المواد الملوثة في جو هذه المدن. ونظرا لأن أغلب المدن تقام في أودية الأنهار أو على الخلجان على شواطئ البحار أو تقام على أراضي السهول المجاورة للجبال فإن بعض هذه المدن قد تتعرض لظاهرة جوية خاصة تعرف باسم ظاهرة الانقلاب الحراري Temperature inversion وتتسبب ظاهرة الانقلاب الحراري عندما تستقر طبقة من الهواء الدافئ فوق طبقة أخرى من الهواء البارد. ونظرا لأن الهواء البارد أثقل من الهواء الدافئ فإن هذا الوضع قد يستمر مدة طويلة ويبقى الهواء البارد ملاصقا لسطح الأرض ساكنا لا يتحرك فنتجمع فيه الغازات والشوائب ويزداد تركيزها فيه بسرعة كبيرة وتتوزع المواد الملوثة تحت الظروف الجوية المعتادة في الهواء وذلك لأن الهواء الملاصق لسطح الأرض ترتفع درجة حرارته تدريجياً فيرتفع صاعداً إلى طبقات الجو العليا حاملا معه المواد المسببة للتلوث. أما في حالة الانقلاب الحراري فإن طبقة الهواء الدافئ التي تعلو طبقة الهواء البارد تعمل مثل الغطاء أو السقف فتحدد حركة الهواء البارد وتمنع استبعاد المواد الملوثة عن سطح الأرض وتؤدي بذلك إلى حالة من التلوث الحاد. ومن أمثلة حالات التلوث الحاد ما حدث لمدينة لندن عام 1955 فقد تغطت المدينة بسحابة كثيفة من الضباب الدخاني عدة أيام وقد نتج من ذلك وفاة ما يقرب من 4000 شخص من سكان هذه المدينة كما أصيب عدد كبير من السكان بأضرار في الجهاز التنفسي. وقد حدثت ظاهرة مماثلة في مدينة

طوكيو عام 1970 فامتلاً جو المدينة بسحابة من الضباب الدخاني المحمل بحامض الكبريتوز وحامض الكبريتيك الناتج من تفاعل غاز ثاني أوكسيد الكبريت مع بخار الماء. وقد استمر هذا الوضع سائداً في مدينة طوكيو نحو خمسة أيام متواصلة ونتاج من ذلك إصابة نحو 8000 شخص من سكان هذه المدينة بالتهابات شديدة في العين وفي الأنف والحنجرة وأصيب كثيرون آخرون بمتاعب في صدورهم وأجهزتهم التنفسية. كذلك تغطت إحدى المدن الصناعية بولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة بسحابة كثيفة من الضباب الدخاني لمدة أربعة أيام متوالية عام 1948 وقد أدى ذلك إلى إصابة نحو 6000 شخص بمتاعب في أجهزتهم التنفسية من مجموع سكان المدينة البالغ عددهم 14000 مواطن كما توفي منهم عشرون شخصاً ممن لم يستطيعوا تحمل مثل هذه الحالة الشديدة من التلوث. ومن الملاحظ أن تأثير الهواء الملوث حتى في حالات التلوث الحاد يتفاوت من شخص لآخر ولكن المقطوع به حتى الآن أن تلوث الهواء شديد الضرر على صحة الإنسان خصوصاً لمن يتعرضون له مدة طويلة من الزمن.